



بررسی تاثیر شرایط حرارتی مختلف در ساختمان‌های آموزشی با رویکرد کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد شناختی دانشجویان (نمونه پژوهی دانشجویان معماری دانشگاه‌های شهر ایلام)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۲۲ | تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰

حامد احمدی

دانشجوی دکتری تخصصی معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب،
دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. hamed.Ahmadii768@gmail.com

مجتبی نوراللهی

گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.
mojtaba.noorlahi@gmail.com (نویسنده مسئول)

محمدرضا سلیمانی

گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
soleimani.mohammadreza@wtiau.ac.ir

احسان بی‌طرف

گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
bitaraf.Ehsan@wtiau.ac.ir

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: بخش عمده ای از کارها و فعالیت‌های زندگی انسان‌ها در فضاهای داخلی انجام می‌شود بنابراین فضای داخلی از اهمیت زیادی برای انسان‌ها برخوردار است. بر این اساس در سال‌های اخیر توجه زیادی به کیفیت هوای داخلی از سوی طراحان، مجریان و پژوهشگران شده است. از آنجایی که کیفیت هوای داخلی می‌تواند بر سلامت و عملکرد انسان تاثیر گذار باشد توجه به این موضوع در ابعاد مختلف مانند کیفیت هوای داخل و آسایش حرارتی می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد.

روش پژوهش: در این پژوهش به بررسی و مقایسه عملکرد افراد در محدوده آسایش حرارتی افراد و محدوده پیشنهادی استاندارد اشری پرداخته خواهد شد. برای بررسی عملکرد افراد در محدوده‌های مختلف ۲۲۰ نفر از دانشجویان رشته معماری دانشگاه‌های شهر ایلام با روش نمونه گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب و در این مطالعه شرکت کردند. وضعیت آسایش حرارتی و عملکردهای شناختی افراد پس از اندازه گیری عوامل محیطی از طریق پرسشنامه و نرم افزارهای استاندارد عملکردهای شناختی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد محدود آسایش حرارتی افراد دامنه وسیعتری نسبت به استاندارد اشری داشته و انتخاب این محدوده بجای محدوده‌های استاندارد می‌تواند تاثیر قابل توجهی در مصرف انرژی داشته باشد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده این‌طور مشخص شد در صورتی که افراد احساس آسایش داشته باشند حتی اگر در محدوده آسایش حرارتی پیشنهادی استانداردهای معتبر نباشند عملکرد آنها تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد و برخی مواقع افراد در شرایط خارج از محدوده پیشنهادی استانداردها عملکرد بهتری دارند. استفاده از نتایج این پژوهش علاوه بر افزایش عملکرد افراد می‌تواند موجب کاهش مصرف انرژی گردد.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی، عملکرد شناختی، فضای داخلی، دانشگاه

مقدمه

باعث بروز مشکلاتی در رفتار و پیشرفت تحصیلی آنان گردد لذا لازم است ضمن شناخت عملکردهای شناختی، عوامل موثر بر ایجاد اختلال در این عملکردها شناسایی و تا حد امکان در توسعه و بهبود آنها اقدام نمود. و همچنین با بهبود آسایش حرارتی‌های داخلی هم عملکرد شناختی دانشجویان با روند صعودی همراه است و هم باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود بنابراین توجه به این مسئله دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

اهمیت و هدف پژوهش

اغلب فضاهای آموزشی مدارس و دانشگاه‌ها کشور سازگاری لازم را با ویژگی‌های روان شناختی جوانان را ندارند و بدین لحاظ می‌توانند بر عملکرد شناختی و رفتاری و همچنین نگرش و بینش آنها نسبت به تحصیل تاثیر گذار باشند با توجه به این موضوع و نبود تحقیقی منسجم در رابطه با تاثیر شرایط حرارتی بر عملکرد شناختی دانشجویان لازم است به طور دقیق به این موضوع رسیدگی شود لذا در بسیاری از مطالعات کلیه پارامترهای محیطی موثر بر فرایندهای شناختی مد نظر قرار نگرفته اند. بنابراین می‌توان اینگونه گفت که با توجه به تنوعی که در شاخص‌های آسایش حرارتی وجود دارد لازم است تاثیر محدوده‌های پیشنهادی این شاخص‌ها بر سلامتی، عملکرد، خلق و دیگر جنبه‌های انسان مورد ارزیابی قرار گیرد و شاخصی برای تعیین شرایط حرارتی مورد استفاده قرار گیرد که علاوه بر کمک به صرفه جویی در مصرف انرژی باعث ایجاد محیطی سالم، با بهره وری بالا گردد که در این پژوهش تاثیر اعمال محدوده شاخص‌های مختلف بر عملکردهای شناختی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین بنابر نتایج پژوهش‌های دیگر تعیین دقیق دمای مطلوب برای عملکرد مطلوب از آن نظر دارای اهمیت است که از یک طرف اگر بتوان دمای محیط را فصل گرم یک درجه کمتر خنک کرد باعث حدود ۶ درصد کاهش مصرف خواهد شد

پیشینه پژوهش

از سال ۱۹۳۰ مطالعات مختلف آسایش حرارتی در کاربریهای مختلف نظیر خانه‌های مسکونی، کلاس‌های درس و ادارات (Karyono, 2009: 77)، فضاهای باز (Kruger, 2017: 230)، فضای داخلی (Nicol, 1993: 35) انجام شده است (Gagge, 1969:108) ایجاد شرایط حرارتی مناسب علاوه بر ایجاد رضایت، عملکرد افراد را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد و لازم است

مطالعات نشان می‌دهد که افراد بیش از ۹۰ درصد زمان خود را در فضای داخلی می‌گذرانند (Nayak, 2018: 74)، (Lan, et al, 2009: 44)، (Wargocki, 2007: 193)، (Wargocki, 2011: 25)، (Wyon, 2006: 181). و کیفیت هوای محیط داخلی تاثیر زیادی بر سلامت، رضایت و همچنین عملکرد انسان می‌گذارد (Jian, 2015: 12)، (Wickens, 1997: 158)، (Fisk, 2017: 33). با توجه به اینکه افراد با ویژگیهای فردی، اجتماعی و اقلیمی مختلف در مواجهه با عوامل محیطی عکس‌العمل‌های متفاوتی دارند (معلمی، ۲۰۱۵: ۹۶). لازم است نحوه تاثیر این عوامل بر روی آسایش، خلق و عملکرد افراد در مناطق مختلف بطور جداگانه مورد مطالعه قرار گیرد. شرایط حرارتی از مهمترین عواملی است که می‌تواند تاثیر زیادی بر رضایت و عملکرد افراد بگذارد (Nayak, 2018: 74) در مطالعه‌ای که در دفتر اداری در آمریکا انجام شد مشخص شد بهبود عوامل محیطی می‌تواند عملکرد افراد را از نیم تا پنج درصد افزایش داده و سالیانه ۱۲ تا ۱۲۵ میلیارد دلار منفعت مالی ایجاد کند (Rosenfeld, 1997: 158)

آسایش حرارتی یک مفهوم ذهنی و بیانگر احساس رضایت از شرایط حرارتی محیط است (Jacquot, 2014: 180) و در واقع آسایش حرارتی در محیط داخلی شرایطی است که حداقل ۸۰ درصد افراد از لحاظ ذهنی نسبت به شرایط جوی محیطی که در آن قرار دارد احساس رضایت داشته باشد (Standard, 2004: 145). Standard, 1992: 28) تحقیقات زیادی بر اساس توجه به آسایش حرارتی دانشجویان بعنوان بحثی مهم انجام شده است (Indraganti, 2010: 45) اما علیرغم اهمیت توجه به این موضوع مطالعات اندکی بر روی تاثیر شرایط حرارتی بر عملکرد افراد در محدوده‌های آسایش حرارتی انجام شده است (Mohebian, 2018: 56) مطالعات نشان داده قرار گرفتن در معرض شرایط نامطلوب حرارتی می‌تواند عوامل فیزیولوژیکی، ذهنی و شناختی متصرفان را مختل نماید (Vatani, 2015: 14). Nassiri, 2017: 7. M arras, 2003: 74. W (ashington, 1986: 31)

بیان مسئله

یکی از عوامل موثر بر رفتارها، موفقیت‌ها و شکست‌های انسان ناشی از تفاوت در توانایی عملکردهای شناختی افراد است. در حوزه مراکز آموزشی اختلال یا ضعف در عملکردهای شناختی دانش آموزان می‌تواند

همین موضوع می‌تواند تعمیم‌پذیری پژوهش‌ها را با مشکل روبرو کند چرا که علاوه بر آزمایشگاهی بودن محیط عملکرد افراد در دماهایی مانند ۵۰ درجه سانتی-گراد مورد ارزیابی قرار گرفته در حالی که چنین شرایط حرارتی معمولاً در محیط واقعی اتفاق نمی‌افتد و در این پژوهش آزمایش‌ها در محیط واقعی برگزار شده است. در این پژوهش علاوه بر شناسایی محدوده مطلوب حرارتی برای کاربران که از طریق پرسشنامه استخراج خواهد شد، این محدوده با محدوده پیشنهادی استانداردهای معتبری مانند اشری مقاسه خواهد شد و عملکرد افراد در محدوده‌های مذکور با هم مقایسه می‌گردد.

سوالات پژوهش

- ۱) وضعیت عملکرد شناختی دانشجویان در شرایط حرارتی مختلف چگونه است؟
- ۲) بررسی و مقایسه عملکرد دانشجویان در شرایط حرارتی گرم، خنثی و سرد مطابق استاندارد اشری و تاثیر آن بر عملکرد شناختی دانشجویان چگونه است؟
- ۳) آیا محدوده استاندارد آسایش حرارتی اشری در کلاس‌های درس در ایلام رعایت می‌شود و این مورد چگونه بر کاهش مصرف انرژی تاثیر گزار می‌باشد؟

روش پژوهش

این تحقیق از نوع توصیفی - پیمایشی بوده و در پاییز و زمستان ۱۴۰۱ انجام گردید. ۲۲۰ نفر دانشجو با روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک از بین دانشجویان رشته مهندسی معماری دانشگاه‌های سطح شهر ایلام انتخاب شدند. ابتدا از طریق پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک شامل جنسیت، محل سکونت، مدت سکونت، سال تولد، قد، وزن و تحصیلات برای هر یک از افراد شرکت‌کننده تکمیل گردید. پس از آن میزان فعالیت بدنی روزانه، میزان لباس و رنگ پوشش نهایی افراد ثبت گردید. در مرحله ی بعد عوامل محیطی مانند دمای هوا، دمای تشعشعی، رطوبت نسبی، سرعت جریان هوا با استفاده از دستگاه دیتالاگر دلتا اهم که مشخصات آن در جدول شماره یک ارائه شده به صورت دقیق اندازه‌گیری شد. در مرحله‌ی بعد طبق استاندارد اشری یک مقیاس هفتگانه (خیلی سرد تا خیلی گرم) برای تخمین احساس حرارتی ذهنی مورد استفاده قرار گرفت، پس از آن سوال‌های در مورد وضعیت ترجیح حرارتی و راحتی حرارتی، میزان فعالیت در یک ساعت گذشته از افراد پرسیده و ثبت گردید. همچنین برای تهیه پرسشنامه از منابع معتبر در حوزه آسایش حرارتی و عملکرد شناختی استفاده گردید.

تا تاثیر این شرایط بر عملکرد نیز مورد توجه قرار گیرد. برخی مطالعات در زمینه آسایش حرارتی و تاثیر آن بر عملکرد شناختی افراد صورت گرفته است اما مطالعات صورت گرفته همسو نیستند، نتایج گروهی از مطالعات صورت گرفته نشان دهنده عدم وجود ارتباط معنی‌دار میان دمای هوای و عملکرد شناختی افراد است (Bell, 1964: 22. N uN, 1979: 7) در یک مطالعه هانکوک (سال 1986) نشان داد، عملکرد شناختی در شرایطی که دمای هوا بتواند دمای عمقی بدن انسان را از شرایط طبیعی خود خارج کند، تحت تاثیر قرار می‌گیرد (H ancock, 1986: 99). در سال ۲۰۰۵ تحقیقاتی توسط مک موریس و همکارانش با هدف بررسی اثرات دمای بالای هوا (تنش گرمایی) بر روی حافظه کاری افراد و زمان واکنش انتخابی و تغییر کردن خلق و خوی صورت گرفته است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تنش دمای هوا شرایط دمای خشک ۳۶ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد، باعث می‌شود عملکرد کاهش یابد اما تاثیراتی روی فراخوانی زمانی یا کلامی و وظایف نیازمند زمان واکنش انتخابی نداشته است (M cMorris, 2006: 12). تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که تعادل حرارتی در مقایسه با دمای هوا تاثیر بیشتری بر عملکرد افراد دارد (W yon D, 1975: 359) در مطالعه‌ای دیگر که در کشور سریلانکا انجام شد، نتایج تحقیق این طور نشان می‌دهد که شرایط حرارتی نامناسب در ساختمان منجر به کاهش بهره‌وری و احتمال افزایش خطای انسانی شود (Johansson, 2006: 119). لیبرمن و همکارانش (۲۰۰۵) نشان دادند که تنش حرارتی می‌تواند اثرات نامطلوبی بر عملکرد شناختی افراد داشته باشد (Lieberm, 2005: 38). همچنین طبق تحقیقاتی که آلفانو و همکارانش در سال ۲۰۱۳، در محیط‌های آموزشی داشتند نتایج تحقیق این طور نشان می‌دهد که آسایش حرارتی در محیط‌های آموزشی بسیار حایز اهمیت است، و اگر به این مورد توجه نشود می‌تواند باعث کاهش عملکرد و یادگیری در دانش‌آموزان و دانشجویان شود (Alfano, 2013: 129). در تحقیقی دیگر که عباسی و همکاران در سال ۱۳۹۹ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استرس حرارتی به عنوان یک عامل زبان‌آور جهت اختلال در عملکردهای شناختی معرفی شده است (Abbasi, 2019) با توجه به عدم قطعیت و روشن نبودن نتایج در خصوص تاثیر شرایط حرارتی بر عملکرد افراد، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر شرایط حرارتی بر عملکرد دانشجویان انجام خواهد شد. برخی پژوهش‌ها در محیط آزمایشگاهی انجام شده و

جدول ۱: مشخصات دستگاه و سنسورهای اندازه‌گیری دمای محیط

دستگاه	متغیر	محدوده اندازه‌گیری	دقت
Delta-OHM HD 32.1 data-logger	دمای هوا	-40 °C to 100 °C	Class 1/3 DIN
	دمای تشعشی	-10 °C to 100 °C	Class 1/3 DIN
	دمای تر	4 °C to 80 °C	Class A with platinum wire
	رطوبت نسبی	0 to 5 m/s 0 °C to 80 °C	± 0.05 m/s (0-1 m/s) ± 0.15 m/s (1-5 m/s)
	سرعت جریان	-10 °C to 80 °C	1/3 DIN
		5% to 98% RH	± 2.5% RH

یافته‌های پژوهش

در مطالعه‌ی حاضر وضعیت آسایش حرارتی و تاثیر آن بر عملکرد شناختی ۲۲۰ نفر از دانشجویان در محیط دانشگاه بررسی شد. میانگین سنی نمونه‌ها ۲۵ سال، میانگین قد ۱۷۶ سانتی متر و میانگین وزن آن‌ها ۷۲ کیلوگرم بود. ۱۴ درصد (۳۲ نفر) از دانشجویان در مقطع کاردانی و ۴۷ درصد (۱۰۳ نفر) در مقطع کارشناسی و ۲۲ درصد (۴۹ نفر) در مقطع کارشناسی ارشد مشغول به تحصیل بودند. میانگین مقاومت حرارتی لباس‌های که دانشجویان بر تن داشتند ۰٫۸۷ کلو بود.

۱) بررسی وضعیت ادراک ذهنی حرارتی دانشجویان احساس حرارتی^۱، مقبولیت حرارتی، آسایش حرارتی^۲ و ترجیح حرارتی^۳ مطابق استاندارد اشری با مقیاس‌های هفتگانه مورد سنجش قرار گرفت و در جداول ۲ تا ۳ نمایش داده شد. جدول شماره یک نشان می‌دهد هیچکدام از دانشجویان گزینه خیلی گرم و خیلی سرد را انتخاب نمودند و وضعیت سرد و گرم به ترتیب ۱۴ و ۱۰ بار و در مجموع ۲۴ بار و ۱۰ درصد کل انتخابها بودند و ۹۰ درصد افراد یکی از سه وضعیت میانی را انتخاب نمودند که با توجه با استاندارد اشری که سه وضعیت میانی پرسشنامه احساس حرارتی را محدوده آسایش معرفی نموده است می‌توان در مجموع کل افراد را در محدوده آسایش خواند.

با توجه به اینکه احساس حرارتی افراد قبل و بعد از آزمونهای شناختی مورد پرسش قرار گرفت نتایج مرحله دوم بررسی احساس حرارتی افراد در جدول شماره ۲ ارائه شده است. مقایسه نتایج جدول شماره یک و دو نشان می‌دهد بطور میانگین افراد در مرحله دوم سنجش

پس از این مرحله میزان عملکردهای شناختی افراد در شرایط محیطی ارزیابی شد. به این منظور ابتدا عملکرد شناختی پایه افراد با استفاده از پرسشنامه استاندارد عملکردهای شناختی مورد ارزیابی قرار گرفت (Nejati, 1392: 11) و پس از آن تست توجه پایدار و هوشیاری (IVA2) از شرکت کنندگان گرفته شد. IVA2 یک آزمون پیوسته دیداری - شنیداری است که به مدت ۲۰ دقیقه است. ۲ دقیقه صرف آشنایی با آزمون، ۱۵ دقیقه آزمون صرف اجرای قسمت اصلی و ۲ دقیقه آخر به منظور ارزیابی اعتبار آزمون بوده که مرحله آرام‌سازی نام دارد. در مرحله اصلی آزمون ۵۰۰ محرک دیداری و شنیداری ارائه می‌شود. این آزمون دو عامل کنترل پاسخ و توجه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Sandström, 2005: 271) این تست بدین صورت است که روی صفحه عدد یک یا دو نمایش داده می‌شود یا به صورت شنیداری پخش می‌شود، از شرکت کنندگان خواسته می‌شود هر وقت عدد یک را دیدن و یا شنیدن کلیک کنند، و به هیچ عنوان با دیدن یا شنیدن عدد دو کلیک نکنند. میزان توانایی حفظ توجه و تمرکز افراد در این آزمون سنجیده گردید.

در مرحله بعد به صورت پرسشنامه‌ای میزان احساس حرارتی، ترجیح حرارتی و راحتی حرارتی افراد مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از متغیرهای محیطی شامل دما هوا، دمای تشعشی، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا و ویژگی‌های فردی همچون میزان متابولیسم، میزان لباس مقدار شاخص PMV و PPD توسط نرم افزار دستگاه دیتا لاگر دلتا اهم محاسبه شد. و در پایان نتایج پرسشنامه، نتایج آزمونها در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۲: فراوانی احساس حرارتی افراد شرکت کننده در پژوهش (ابتدای آزمون)

تعداد	خیلی سرد	سرد	کمی خنک	خنکی	کمی گرم	گرم	خیلی گرم
	۰	۱۴	۱۰۲	۶۵	۲۹	۱۰	۰
درصد	٪۰	٪۶	٪۴۷	٪۳۰	٪۱۳	٪۴	٪۰

جدول ۳: فراوانی احساس حرارتی افراد شرکت کننده در پژوهش (انتهای آزمون)

تعداد	خیلی سرد	سرد	کمی خنک	خنثی	کمی گرم	گرم	خیلی گرم
۲	۹	۸۱	۸۱	۳۴	۱۲	۱	
< ۰/۰۱	۴/۱٪	۳۷٪	۳۷٪	۱۵٪	۵٪	۰/۰۱	

اند و بیش از ۵۰ درصد آنها تقاضای گرم‌تر یا خنک‌تر شدن را داشته‌اند. این بررسی نشان می‌دهد افرادی که در یک محیط احساس راحتی میکنند ممکن است هواهای کمی گرم‌تر و کمی خنک‌تر را ترجیح دهند.

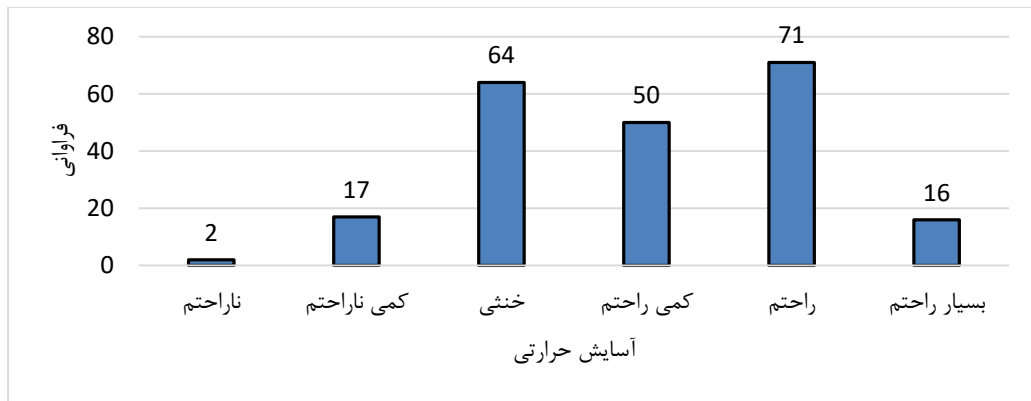
۲) بررسی وضعیت عملکرد شناختی افراد در شرایط حرارتی مختلف

برای مقایسه عملکرد افراد در شرایط آسایش حرارتی (محدوده‌ای که افراد یکی از حالت‌های کمی سرد، خنثی و کمی گرم را انتخاب نموده‌اند) و شرایطی که استاندارد اشری به عنوان محدوده آسایش معرفی کرده است (PMV بین +۰/۵ و -۰/۵) عملکرد افرادی که در محدوده آسایش نبودند (۲۴ نفر) از مطالعه حذف و عملکرد ۱۹۶ نفر باقیمانده در سه محدوده PMVهای بزرگتر از +۰/۵، کوچکتر از -۰/۵ و بین +۰/۵ و -۰/۵ مورد مطالعه قرار گرفت.

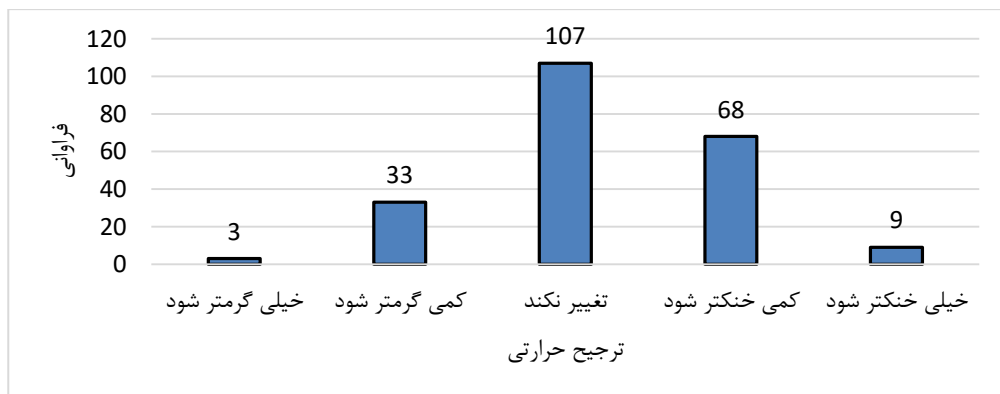
احساس گرمای بیشتری داشته‌اند و دلیل آن را می‌توان به فعالیت ذهنی افراد و تولید انرژی گرمایی در حین انجام آزمونها دانست.

برای بررسی راحتی حرارتی از پرسشنامه استاندارد اشری استفاده شد و نتایج آن در تصویر شماره ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد ۲۰۱ نفر از دانشجویان در فضا احساس راحتی داشته‌اند ۱۷ نفر کمی ناراحت و فقط دو نفر وضعیت ناراحت و خیلی ناراحت را انتخاب کرده‌اند و مطابق استاندارد اشری می‌توان گفت فقط ۲ نفر از افراد و کمتر از یک درصد احساس ناراحتی حرارتی داشته‌اند و در مقایسه با روش احساس حرارتی تعداد در بررسی با این روش احساس رضایت از محیط بالاتر است.

ترجیح حرارتی افراد با استفاده از پرسشنامه استاندارد اشری مورد سنجش قرار گرفت و نتایج آن در تصویر شماره ۵ ارائه شده است. بررسی ترجیح حرارتی افراد نشان می‌دهد فقط ۱۰۷ نفر از شرکت کنندگان دمای محیط را مناسب دانسته و عدم تغییر آن را انتخاب کرده-



تصویر ۱: فراوانی آسایش حرارتی افراد شرکت کننده در پژوهش



تصویر ۲: فراوانی آسایش حرارتی افراد شرکت کننده در پژوهش

جدول ۶: تحلیل واریانس یک راهه برای مقایسه امتیاز حافظه در سه محدوده PMV

مقیاس	PMV	میانگین	انحراف استاندارد	F	P
امتیاز مرحله رو به جلو	کوچکتر از -۰/۵	۵۳	۳/۰۱	۰/۰۵۸	p<۰/۰۰۱
	بین -۰/۵ و +۰/۵	۵۴	۲/۰۳		
	بزرگتر از +۰/۵	۵۵	۱/۰۰		
امتیاز مرحله معکوس	کوچکتر از -۰/۵	۵۱	۴/۰۰	۱/۰۰	p<۰/۰۰۱
	بین -۰/۵ و +۰/۵	۴۴	۱/۰۰		
	بزرگتر از +۰/۵	۴۸	۱/۰۰		
حافظه کاری	کوچکتر از -۰/۵	۱۰۴	۷/۰۰	۰/۰۰	p<۰/۰۰۱
	بین -۰/۵ و +۰/۵	۹۸	۳/۰۰		
	بزرگتر از +۰/۵	۱۰۲	۲/۰۰		

دامنه آسایش حرارتی افراد بیش تر از شاخص PMV است. در گام بعدی و از آنجایی که شاخص PMV اعدادی بین +۱ و -۱ باشد در محدود آسایش حرارتی قرار دارند. طبق بیان‌های گفته شده شاخص PPD برای پیش بینی افراد ناراضی از محیط حرارتی است که بر مبنای شاخص PMV شکل می‌گیرد.

در ادامه و بر اساس تحلیل نتایج به دست آمده شاخص PMV این ادعا می‌شود که اگر افراد حتی اگر راحت باشند می‌توانند افت عملکرد داشته باشند دارند. در مجموع در دو عملکرد شناختی توجه و حافظه ۱۵ شاخص مورد بررسی قرار گرفت که هر کدام از شاخص‌ها در یکی از سه حالت شرایط حرارتی کارایی بهتری داشتند خلاصه درصد بهتر بودن عملکردها در شاخص‌های فوق در نمودار شماره ۷ ارائه شده است.

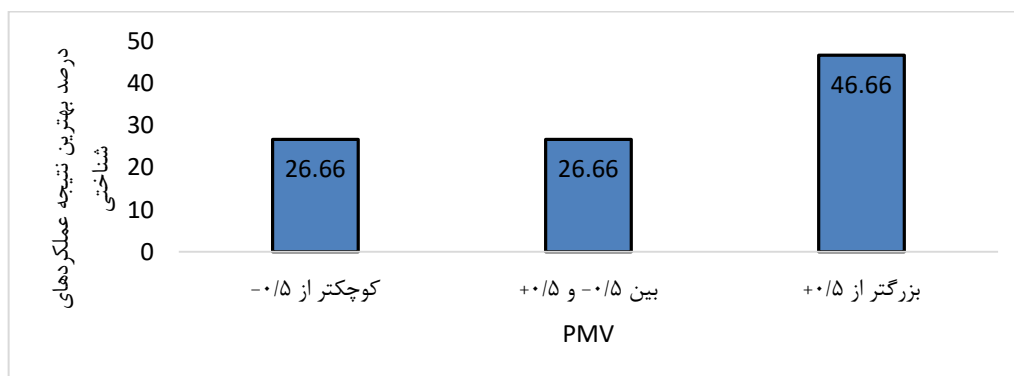
نتایج به دست آمده از جداول این‌طور نشان می‌دهد حدود ۷۳ درصد از بهترین عملکردهای افراد مربوط به حالاتی است که افراد در محدوده آسایش حرارتی اظهاری بوده ولی در محدوده پیشنهادی اشری نبوده‌اند لذا می‌توان به اظهار نظر افراد در خصوص احساس آسایش می‌توان اعتماد نمود و با توجه به وابسته بودن احساس حرارتی به شرایط جغرافیایی افراد لازم است در

برای بررسی توانایی حافظه کاری افراد در محدوده- های ذکر شده سه مقیاس امتیاز کسب شده در مرحله رو جلو، امتیاز کسب شده در مرحله معکوس و حافظه کاری استفاده گردید و تفاوت میانگین نمرات کسب شده با آزمون ANOVA مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج آن در جدول شماره ۶ ارائه گردید.

جدول شماره ۵ نشان می‌دهد میانگین حافظه افراد در سه حالت PMV های کوچکتر از -۰/۵، بزرگتر از ۰/۵ و بین این دو حالت دارای تفاوت معنادار است و در هر سه مقیاس سنجش حافظه (روبه جلو، معکوس و حافظه کاری) امتیازهای مربوط PMV های بیشتر از ۰/۵ و کمتر از -۰/۵- بیشتر از محدوده پیشنهادی استاندارد‌ها (بین -۰/۵ و ۰/۵) بوده است.

۳) مقایسه عملکرد افراد در شرایط حرارتی گرم، خنثی و سرد مطابق استاندارد اشری

بر اساس تحلیل‌های انجام شده در این پژوهش بنابر شاخص PMV بر مبنای تاثیر آسایش حرارتی بر عملکرد شناختی دانشجویان نتایج به دست آمده از تحقیق در دو گام کلی گرد آوری شده است. در گام اول طبق تحلیل نتایج به دست آمده اول نتایج اینگونه نشان می‌دهد که



تصویر ۷: درصد بهترین عملکرد شناختی در محدوده‌های PMV

مطالعات مختلف علاوه بر بررسی استانداردها، وضعیت احساس حرارتی افراد را بررسی نمود و بهتر است در تنظیم سیستم‌های تاسیساتی تنظیمات بر اساس نتایج این مطالعات میدانی باشد که هم باعث افزایش رضایت افراد خواهد بود هم مصرف انرژی را کاهش خواهد داد.

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش اینطور مشخص شد که اگر دانشجویان در سر کلاس‌های درس احساس آسایش داشته باشند و همچنین در محدوده استاندارد آسایش حرارتی نباشند نه تنها عملکرد آنها تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد بلکه در بعضی از مواقع عملکرد شناختی آنها بهتر هم می‌شود. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده محدوده خارج از آسایش حرارتی کلاس‌های درس تاثیر زیادی در عملکرد شناختی دانشجویان ندارد و همانطوری که گفته شد، در بعضی از مواقع باعث پیشرفت عملکرد شناختی دانشجویان هم می‌شود. نکته مهم این پژوهش در اینجاست که دمای داخلی به ازای کاهش ۱ درجه باعث ۶ درصد کاهش مصرف انرژی می‌شود. بنابراین اهمیت موضوع بر این اساس می‌باشد که با توجه به نتایج به دست آمده نه تنها افت عملکرد شناختی دانشجویان را به همراه نداریم بلکه در بعضی از مواقع افزایش میزان عملکرد شناختی و کاهش مصرف انرژی را به همراه داریم. بنابراین مطالعات دیگر هم بر این اساس می‌باشند که وابستگی آسایش حرارتی به ادراک باعث می‌شود عوامل محیطی، فردی، اجتماعی فراوانی در به وجود آمدن آن دخالت کنند (Fisk and, 1997: 158) آسایش حرارتی از عوامل مهم در رضایت افراد از محیط است که علاوه بر رضایت از محیط باعث بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری افراد می‌گردد (Wan M, 2006: 87; Ismail, 2010: 41) به همین دلیل به عنوان یکی از مهمترین دغدغه‌های انسان در نیم قرن گذشته محسوب گردیده است و بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است. (Kumar, 2009: 159)

نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد افراد در شهر ایلام در دامنه بازتری نسبت به پیشنهادات استاندارد اشرفی احساس آسایش داشته و با مصرف انرژی کمتری می‌توان به محدوده آسایش رسید در حالیکه تلاش برای رسیدن به محدوده آسایش استانداردهای موجود مانند اشرفی باعث مصرف انرژی بیشتر شده و احتمال افزایش میزان نارضایتی نیز وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد

خارج بودن از محدود آسایش حرارتی پیشنهادی استانداردهای معتبر در صورتی که افراد احساس آسایش داشته باشند تاثیر در عملکرد آنها ندارد و حتی ممکن است افراد در شرایط خارج از محدوده پیشنهادی عملکرد بهتری داشته باشند. با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد با توجه وابستگی احساس حرارتی به مسائل اجتماعی و اقلیمی در هر منطقه محدود آسایش حرارتی افراد بررسی شده و دمای محیط بر اساس آن تنظیم گردد. رعایت پیشنهادی این پژوهش علاوه بر حفظ عملکرد افراد می‌تواند موجب کاهش مصرف انرژی گردد.

تشکر و قدردانی

در پایان تشکر و سپاس فراوان از دانشجویان رشته معماری دانشگاه‌های سطح شهر ایلام در سال ۱۴۰۱ که صمیمانه با ما همراه بودن و در آزمون‌های ما شرکت کردند و در این راه سخت همراه ما بودند تشکر می‌کنیم و امیدواریم نتایج این پژوهش بتواند باعث پیشرفت عملکرد شناختی دانش آموزان و دانشجویان شود.

منابع و مأخذ

- Nayak T, Zhang T, Mao Z, Xu X, Zhang L and Pack D. Prediction of Human Performance Using Electroencephalography under Different Indoor Room Temperatures. *Brain sciences*. 2018;8(4):74-90
- Lan L, Lian and L, Pan . Neurobehavioral approach for evaluation of office workers' productivity: The effects of room temperature. *Building and Environment*, pp. 2009;44(8)1578-1588
- W argockip, W yon D. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children (RP-1257," *Hvac&R Research*, pp.2007;13(2)193-220
- Abbasi, Milad. Pourhossein, Mehran. Mohammadi, Hamza. Gulbabai, Farida. (2019). A review of the effect of thermal stress on cognitive functions. *Work health and safety decree*. Number 3, Fall 2019. Page 262-251
- W argockiP. Productivity and health effects of high indoor air quality. In *Encyclopedia of environmental health*. Burlington: Elsevier. 2011. 25
- W yon P.D, W argockiP, Room temperature effects on office work. In *Creating the productive workplace* (pp. 181-192). New York: Taylor & Francis. 2006
- W ickens C.D, HollandsJ.G, Banbury S, Parasuram an R. *Engineering psychology &*

- occupational heat stress in open-pit mines. *Industrial health*. 2017. 7
- Marras W. S, Karwowski W. . Design and Management of Work Systems. *Occupational Ergonomics*. 2003. 74
- Washington D. C . NIOSH. Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Hot Environments. National Institute for Occupational Safety and Health. 1986.31
- Karyono T. H.. Report on thermal comfort and building energy studies in Jakarta—Indonesia. *Building and environment*, pp. 2009;35(1):77-90
- Kruger E. L, Dach P. Identifying potential effects from anthropometric variables on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*. 2017;117:230-237
- Nicol F, Thermal comfort: a handbook for field studies toward an a.1993. 35
- Gagge A. P, The prediction of thermal comfort when equilibrium of maintained by sweating. *ASHRAE Trans*.1969;75(2):108-125
- Bell C. R, Provins K. A., Hiorns R. W . Visual and auditory vigilance during exposure to hot and humid conditions. *Ergonomics*.1964;7(3):279-288
- Nunn ELEY S. A, Dow D P. J, Myhre L. G, Stribley R. F, Mene R. C . Tracking-task performance during heat stress simulating cockpit conditions in high. Performance aircraft.1979;22(5):549-555
- Hancock P. A . Sustained attention under thermal stress. *Psychological Bulletin*. 1986;99(2):263
- McMorris T, Swain J, Smith M., Corbett J, Delves S, Sale C, Potter J. C. Sale and J. Potter, " Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance. *International Journal*. 2006.12-13
- Wyon D. P, Fanger P. O, Olesen B. W, Pederson C. J. K.. The mental performance of subjects clothed for comfort at two different air temperatures. *Ergonomics*. 1975;18(4):359-374
- Johansson E, Emanuel R.. The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka *International journal of biometeorology*, Vols. 2006;51(2):119-133
- Lieberman H. R., Bathalon G. P, Falco C. M., Kramer F. M., Morgan C. A., Niro P. Severe decrements in cognition function and mood induced by sleep loss, heat, dehydration, and undernutrition during simulated combat. *Biological psychia*. 2005. 38
- Alfano F. R. D. A., Ianniello E, Palella B. I. PMV-PPD and acceptability in naturally human performance. *Psychology Press*.2015. 12
- Fisk W. J, Rosenfeld A.H, Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. *Indoor air*, pp. 1997;7(3):158-172
- Jian Y, Chang X. Wu Y, Gao M, Tia Y. Study on Dynamic Change of Skin Temperatures in Actual Air-conditioned Environment and Its Effects on Air Conditioning OFF Behavior. *Procedia Engineering*, pp. 2017;205:33-89
- Nagin's teacher and Mahdi's knowledge. Investigating the effect of individual factors on the thermal comfort of people based in a crowded environment. *Journal of mechanical engineering*. 2015. 96
- Nayak T, Zhang Z, Mao Z, Xu X, Zhang v, Pack D, Huang Y Huang, Prediction of Human Performance Using Electroencephalography under Different Indoor Room Temperatures,". 2018;8(4):74
- Fisk W, Rosenfeld A. H.. Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. *Indoor air*, Vols. 1997;7(3):158-172
- Jacquot C M., Schellen L, Kingma B. R, van Baak M. A, van Marken Lichtenbelt W. D, Influence of thermophysiology on thermal behavior: the essentials of categorization . *Physiology & behavior*, Vols. 2014;128:180-187
- Standard A. S. H. R. A. E . Standard 55-2004—thermal environmental conditions for human occupancy. *ASHRAE Inc*. 2004. 28
- Standard A. S. H. R. A. E .55, Thermal environmental conditions for human occupancy. *American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers*, p.1992;145
- Indraganti M, Using the adaptive model of thermal comfort for obtaining indoor neutral temperature. Findings from a field study in Hyderabad, *Building and Environment*.2010;45(3):519-536
- Mohebian Z, Farhang Dehghan v, Dehghan H . Evaluation of the combined effects of heat and lighting on the level of attention and reaction time: climate chamber experiments in Iran.*The Scientific World Journal*. 2018. 56
- Vatani J, Golbabaie F, Dehghan S. F. Applicability of Universal Thermal Climate Index (UTCI) in occupational heat stress assessment: a case study in brick industries. *Industrial health*. 2015- 14
- Nassiri P, Monazzam M. R., Golbabaie F, Dehghan S. F, Rafieepour A, Morteza pour A. R . Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for assessment of

- ventilated schools. *Building and Environment*, vol. 2013;67:129-137
- Nejati Vahid. Cognitive Abilities Questionnaire: Designing and Examining Psychometric Features. *New Quarterly of Cognitive Sciences*. 1392: 15: 11-19
- Sandström A, Rhodi I. N, Lundberg M., Olsson T, Nyberg L. Impaired cognitive performance in patients with chronic burnout syndrome. *Biological psychology*, vol. 2005;69:271-279
- W. Fisk and A, Rosenfeld H . Estim ates of improved productivity and health from better indoor environm ents. *Vols. Vols.1997;7(3):158-172*
- Ism ail A. B, Bakar R. A, Jusoh N, M akhtar N. K, Rahm an M. N. A., Meier C . Assessment of thermal comfort at Malaysian autom obile industry. *Asian International Journal of Science and Technology in Production and Manufacturing Engineerin*. 2010. 87
- W an M, Assessm ent of occupational heat strain. *University of South Florida*. 2006 .41
- Kum ar A, Singh I. P, Sud S. K, Therm al comfort feelings assessm ent based on digital signal processor. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, pp.2009;1(5):159

یادداشت‌ها

¹ Thermal Sensation

² Thermal comfort

³ Thermal Preferences



Investigating the Effect of Different Thermal Conditions in Educational Buildings with the Approach of Reducing Energy Consumption and Improving Students' Cognitive Performance (A Sample Study of Architecture Students of Ilam Universities)

Hamed Ahmadi

PhD student in Architecture, Faculty of Art and Architecture, Tehran West Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. hamed.Ahmadi768@gmail.com

Mojtaba Noorllahi

Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran. mojtaba.noorllahi@gmail.com (Corresponding Author)

Mohmmadreza Soleimani

Department of Architecture, Faculty of Arts and Architecture, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. soleimani.mohmmadreza@wtiau.ac.ir

Ehsan Bitaraf

Department of Architecture, Faculty of Arts and Architecture, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. bitaraf.Ehsan@wtiau.ac.ir

Abstract

Introduction and Purpose: Most of the work and activities of human life are done in indoor spaces, so indoor space is very important for humans. Based on this, in recent years, a lot of attention has been paid to indoor air quality by designers, managers and researchers. Since indoor air quality can affect human health and performance, paying attention to this issue in different dimensions such as indoor air quality and thermal comfort can be very important.

Method: In this research, the performance of people will be investigated and compared in the range of thermal comfort of people and the recommended range of Ashri standard. To investigate the performance of people in different areas, 220 architecture students of Ilam universities were selected and participated in this study by systematic random sampling. The state of thermal comfort and cognitive functions of people were evaluated after measuring environmental factors through questionnaires and standard cognitive functions software.

Findings: The results showed that the thermal comfort limit of people has a wider range than the Ashri standard and choosing this range instead of the standard ranges can have a significant impact on energy consumption.

Conclusion: According to the obtained results, it was found that if people feel comfortable, even if they are not within the recommended thermal comfort limits of valid standards, their performance is not affected, and sometimes people are in out-of-bounds conditions. Suggested standards have better performance. Using the results of this research, in addition to increasing people's performance, can reduce energy consumption.

Key words: thermal comfort, cognitive function, indoor space, university